

「实用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の
解釈」の改正における、超音波探傷試験の探傷不可能範囲に関する対応について

2021年9月30日

北	海	道	電	力	株	式	会	社
東	北	電	力	株	式	会	社	社
東	京	電	力	ホ	ー	ル	デ	ィ
中	部	電	力	株	式	会	社	社
北	陸	電	力	株	式	会	社	社
関	西	電	力	株	式	会	社	社
中	国	電	力	株	式	会	社	社
四	国	電	力	株	式	会	社	社
九	州	電	力	株	式	会	社	社
日	本	原	子	力	発	電	株	式
電	源	開	発	株	式	会	社	社

1. はじめに

令和3年7月21日に施行された「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈及び実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈（改正 令和3年7月21日 原規技発第2107219号 原子力規制委員会決定）」（以下、「亀裂解釈」という）において、超音波探傷試験の探傷不可能範囲に対する代替措置の一つとして、オーステナイト系ステンレス鋼配管溶接部に対する溶接金属部を透過させる探傷が追加された。

今回、①オーステナイト系ステンレス鋼配管溶接部に対する溶接金属部を透過させる探傷を実施する範囲の考え方、および②探傷試験の適用時期について、ご説明する。

資料1 オーステナイト系ステンレス鋼配管溶接部に対する溶接金属部を透過させる探傷を実施する範囲の考え方について

資料2 探傷試験の適用時期について

オーステナイト系ステンレス鋼配管溶接部に対する溶接金属部を透過させる探傷を実施する範囲の考え方について

1. はじめに

超音波探傷試験の探傷不可能範囲に関する対応については、NISA 文書「定期事業者検査における超音波探傷試験の代替措置計画策定について」（平成 20・02・05 原院第 5 号）に基づき平成 20 年 5 月 30 日付けで「定期事業者検査における超音波探傷試験の代替措置計画策定に係る報告について」にて NISA 報告を行った考え方に基づきこれまで実施してきているが、今回の「亀裂解釈」の改正を踏まえた、探傷不可能範囲への対応について改めて検討を行った。

2. 評価対象

定期事業者検査にて、「亀裂解釈」において、超音波探傷試験が要求されている原子炉圧力バウンダリを構成する機器や工学的安全施設に属する機器等の溶接部であって、日本機械学会「発電用原子力設備規格維持規格」IA-2360（接近性）の規定に基づき、構造上接近又は検査が困難であるとして当該試験が行われていない箇所を評価対象とする。

3. 評価方法及び結果

代替試験が必要な箇所を抽出するにあたり、想定される劣化モードに応じた評価を行うこととする。

(1) 劣化モードの抽出

試験部位に対して想定される劣化モードは以下となる。

- a. 応力腐食割れ
- b. 疲労割れ（低サイクル疲労）

なお、低サイクル疲労については、設計時に起動・停止などの過渡による応力サイクルを考慮しても疲労破壊が起こらないように設計しているものの、念のために抽出することとした。

(2) 劣化モードに応じた評価

劣化モードに応じた評価は以下に示すとおり、機器等の設計的知見及び類似箇所の試験結果等の評価に基づき実施する。

a. BWR 応力腐食割れ（別紙-1）

- ・ NISA 文書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について（内規）」（平成 20・07・04 原院第 1 号）（以下、NISA 文書「き裂解釈」という。）で認められている有効な予防保全対策^{*1}を実施している箇所については、応力腐食割れが発生しにくいことから、代替措置は不要とする。
- ・ 過去に損傷事例が確認されている応力腐食割れについては、き裂発生方向が推定できるため、そのき裂が検出できる方向から探傷^{*2}できれば、代替措置は不要とする。
- ・ オーステナイト系ステンレス鋼配管溶接部に対して超音波探傷試験を行う場合であって、配管軸方向探傷で配管内表面に超音波を入射することができない部位に対して、探傷不可能範囲の表面試験として探傷可能側から溶接金属部を透過させ、母材の内表面を探傷できれば、代替措置は不要とする。

なお、炭素鋼、低合金鋼及びステンレス鋳鋼等は、応力腐食割れが発生しにくく、過去に応力腐食割れによる損傷事例が確認されていないことから、劣化モードとして応力腐食割れは想定しない。

注) ※1：内面肉盛工法、水冷溶接、高周波誘導加熱応力改善法、固溶化熱処理法、水冷グループ溶接、外面バタリング溶接及びその他の応力腐食割れ防止の有効性が実証された対策

※2：配管内表面の周（もしくは軸）方向にき裂が確認されているため、配管軸（もしくは周）方向の検査にて、検査範囲のうち配管内表面全てを検査することができる。

b. PWR 応力腐食割れ (PWSCC) (別紙-2)

- ・ ニッケル基合金溶接部に対する応力腐食割れ (PWSCC) を対象とする。なお、690系ニッケル基合金溶接部については、現状の知見では応力腐食割れの感受性が確認されていないが、蒸気発生器管台の600系ニッケル基合金溶接部の損傷事例に鑑み、同様のニッケル基合金であることを踏まえ、念のために劣化モードとして応力腐食割れを想定することとする。
- ・ NISA 文書「き裂解釈」で認められている有効な予防保全対策^{※1}を実施している箇所については、応力腐食割れが発生しにくいことから、代替措置は不要とする。
- ・ 過去に損傷事例が確認されている応力腐食割れのうち、き裂発生方向が推定できるものについては、そのき裂が検出できる方向から探傷^{※2}できれば、代替措置は不要とする。
- ・ 炭素鋼、低合金鋼及びステンレス鋼等は、応力腐食割れが発生しにくく、過去に応力腐食割れによる損傷事例が確認されていないことから、劣化モードとして応力腐食割れは想定しない。オーステナイト系ステンレス鋼については、大飯3号機の加圧器スプレイ事象を鑑みた、水平展開の検査の中で応力腐食割れへの管理を行うこととする。

注) ※1：応力腐食割れ防止の有効性が実証された対策

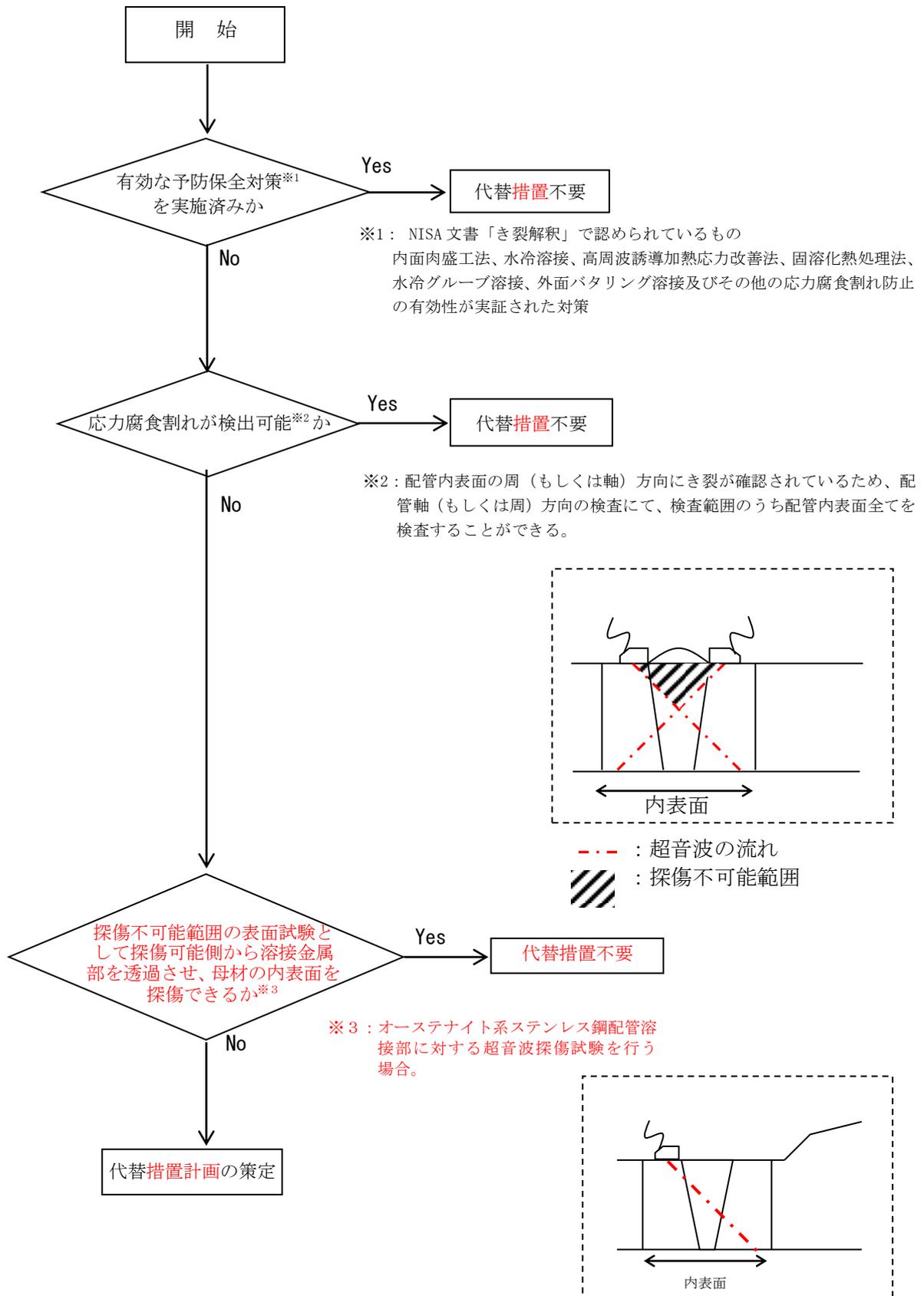
※2：600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れの場合、溶接金属の内表面において軸方向のき裂が確認されていることから、溶接金属の内表面に対して周方向の試験ができていないか否かを検討する。

c. 低サイクル疲労 (別紙-3)

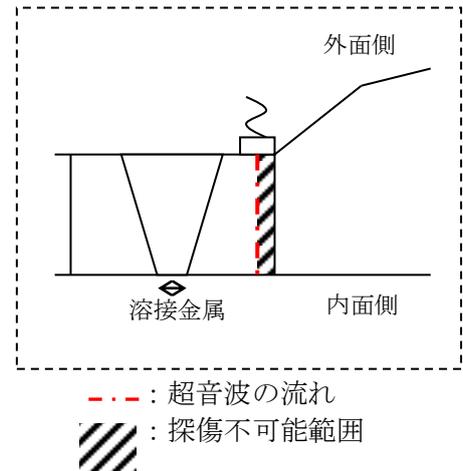
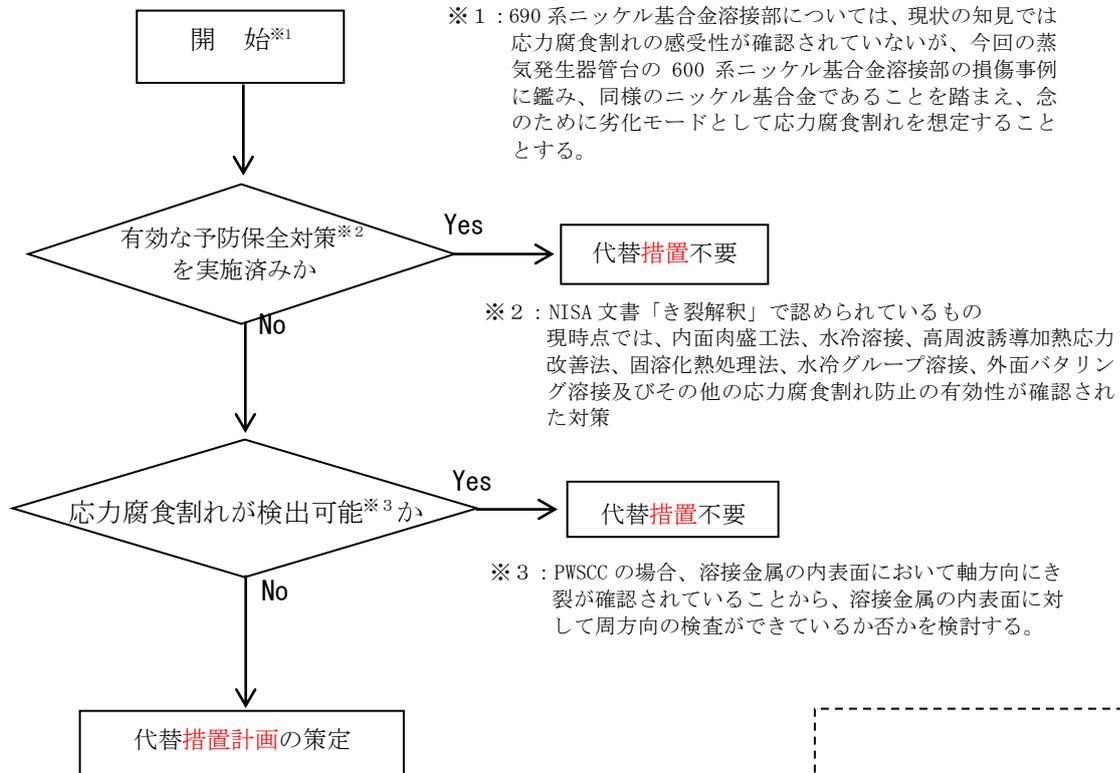
- ・ ラグ等で一部探傷することができなくなるが、全周同一で探傷することができなくなる箇所については、代替措置は不要とする。
- ・ 形状等で応力集中が生じやすい溶接金属の全ての内表面、及び溶接金属以外の半分以上の内表面が探傷できれば、代替措置は不要とする。
- ・ オーステナイト系ステンレス鋼配管溶接部に対して超音波探傷試験を行う場合であって、全周両方向からの探傷することが不可能な部位に対して、探傷不可能範囲の表面試験として探傷可能側から溶接金属部を透過させ、母材の内表面を探傷できれば、代替措置は不要とする。
- ・ 類似箇所の試験結果等の評価により異常がないことを確認できれば、代替措置は不要とする。

以 上

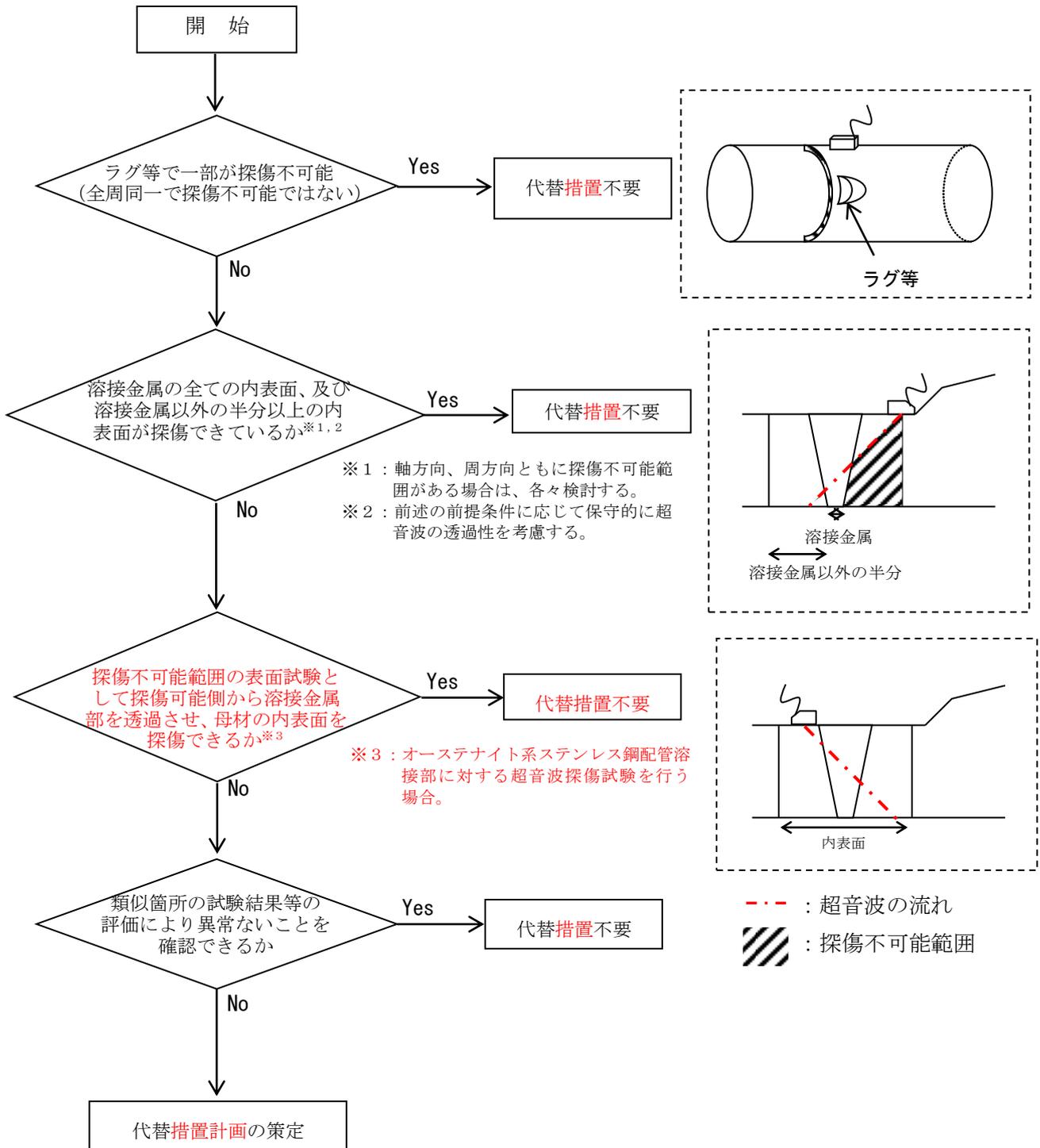
個別評価フロー（BWR 応力腐食割れ）



個別評価フロー（PWR 応力腐食割れ（PWSCC））



個別評価フロー (BWR/PWR 低サイクル疲労)



【認識確認】

- ✓ ISIとは技術基準への適合している設備の経年的な劣化を考慮し、供用期間中において**技術基準への適合が維持されていることを確認**するもの。
- ✓ 技術基準の改正には2つのパターンがあり、①設計の要求事項が変わるもの、②検査手法が変わるもの（今回のケース）
 - ①については、バックフィットの要求があり、通常は、適合させるための猶予期間が設定される。
 - ②については、改正後の検査を新たな手法を取り入れて実施することとなり、バックフィットルールは適用されないと認識している。
- ✓ ①については、改正された設計の要求事項を早期に設備または運用に取り入れ、更なる安全性向上を図るためにバックフィットが要求されるが、②については、新知見で新たな検査手法が開発された場合でも、**従前の検査手法により、設備の健全性が評価**されてきており、**その評価自体を否定するものではない**ため、技術基準改正前に実施した検査のやり直しを求めるものではない。（＝バックフィットを要求するものではない）

上記の認識に齟齬がないか、確認したい。

【要望事項】

- ✓ 技術基準規則の改正は、追加される内容やプラントの状態によっては即時適用が困難なケースも想定されるため、技術評価の段階から、その影響範囲について共通認識がもてるよう、事業者とNRAの十分なコミュニケーションをお願いしたい。

技術基準規則の改正と、探傷試験への反映の流れ

基本的な検査の流れ

- ✓ 検査前に、最新の検査要領書であることを確認
- ✓ 検査要領書に従い検査の合否判定がされる。
- ✓ 技術基準規則が改正された場合は、関連する検査要領書を改訂
- ✓ その後の検査は、改訂された検査要領書に従い検査を実施

表 技術基準規則の改定と、検査への反映のタイミング（イメージ）

定検	5回	6回 ▽改正	7回	8回	9回	10回	11回	12回	13回	14回	15回
継手A	○									○	
継手B		○ (実施済み)									○
継手C											○
継手D				○							

※停止中に検査できない場合は、維持規格の検査期間内の範囲で次定検以降に計画を変更して実施することも可

赤○の検査では改正後の技術基準規則を用いた検査を実施